E/CONF.39/D/22
29 Sept. 1962
ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : D.1.3

France

LE PROBLEME DE LA CIMENTERIE, AU REGARD DES BESOINS DE LA CONSTRUCTION, DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

Par Henri LAFUMA,
Directeur du Centre d'Etudes
et de Recherches de l'Industrie
des Liants Hydrauliques
Paris

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

LE PROBLEME DE LA CIMENTERIE, AU REGARD DES BESOINS DE LA CONSTRUCTION, DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT

Henri LAFUMA

Directeur du Centre d'Etudes et de Recherches
de l'Industrie des Liants Hydrauliques (Paris)

1.-

(a) A l'aube de leur industrialisation, les pays en voie de développement manifestent le désir de voir installer, sur leur territoire, une cimenterie, une sucrerie et une papeterie. C'est que le ciment est en quelque sorte le symbole de la construction, comme le sucre peut être considéré comme le symbole d'une alimentation évoluée et le papier le symbole de l'expression de la pensée. Le problème du vêtement ne vient qu'ensuite peut-être parce que mieux résolu en l'absence de techniques industrielles.

(b) Dans les pays industrialisés où l'on voit depuis quelques années, la consommation, et donc la production de ciment, croître rapidement, la capacité de l'unité moyenne a crû parallèlement. De 100 000 tonnes/an environ, il y a une quinzaine d'années en France, la capacité de production de la cimenterie moyenne est passée à 250 - 300 000 t/an, avec tendance à poursuivre l'augmentation. Naturellement les conceptions du matériel moderne ont évolué selon cette tendance, en mettant au premier rang des préoccupations la recherche des économies de main-d'oeuvre et d'énergie. Une productivité de deux heures de main-d'oeuvre, à la tonne produite, était il y a quelques années jugée satisfaisante, et elle reste encore souvent à ce niveau; mais dans les usines récentes la main-d'oeuvre est inférieure à une heure à la tonne produite.

(c) Bien entendu ce n'est pas dans cette perspective qu'il faut situer le problème de la cimenterie dans les pays en voie de développement, sauf cas particuliers, probablement exceptionnels : on peut citer, par exemple, la cimenterie de Rufisque, près de Dakar, dont la production est passée de 80 000 tonnes en 1954, à 176 000 tonnes en 1960, dont les trois quarts sont vendus au Sénégal, et dont la capacité de production actuelle est de l'ordre de 200 000 t/an, suffisante pour satisfaire la consommation potentielle du pays.

(i) Même dans ces conditions, le problème ne se pose pas sur le plan d'une main-d'oeuvre rare; il y a quelques années, demandant à un technicien japonais quelle était la productivité main-d'oeuvre de la cimenterie japonaise, il nous fut répondu qu'elle devait être sensiblement le tiers de la productivité de la cimenterie française : le problème, à l'époque, n'était pas d'avoir une productivité élevée, mais de donner du travail à trois fois plus d'ouvriers.

a Il est certain que, dans les pays où la consommation potentielle est inférieure à 80 - 100 000 t/an, on ne saurait envisager l'installation d'une cimenterie moderne, et même d'une simple cimenterie dans les pays où la consommation potentielle est inférieure à 30 000 t/an (chiffre correspondant à la production d'un seul four droit de 100 tonnes/jour). C'est d'ailleurs avec une telle production que les premières réalisations des pays d'Asie et d'Afrique, en voie d'industrialisation, ont presque toutes débuté.

2.-

(a) Ces considérations, même très schématiques, auront montré l'importance primordiale de la consommation potentielle pour décider de l'implantation d'une cimenterie : ici, comme ailleurs, c'est bien entendu le débouché qui commande la décision et, pour être plus explicite, nous examinerons la situation des pays en voie de développement de l'Afrique Noire francophone en empruntant les éléments chiffrés (1962) qui suivent à un rapport récent de M. GUILLAUMET, directeur de CIMFRANCE, sur les possibilités techniques et la capacité des marchés d'Afrique Noire.

(i) Le cas du Sénégal a déjà été envisagé. La consommation potentielle du Soudan est difficile à déterminer, vraisemblablement comprise entre 20 et 30 000 t/an. La consommation potentielle de la Côte d'Ivoire serait comprise entre 170 et 200 000 t/an; on pourrait donc envisager l'installation d'une cimenterie moderne, mais il ne semble pas qu'il y ait de carrière de calcaire possible. Le pays pourrait se satisfaire d'une station de broyage, mais les frêts actuels sont tellement bas qu'aucune économie sur ce chapitre n'est possible.

(ii) La consommation potentielle de la Haute-Volta serait de l'ordre de 15 à 30 000 t/an; celle du Togo de l'ordre de 35 à 40 000 t/an; celle du Dahomey de 60 000; celle du Niger de 15 à 20 000.

(iii) La consommation potentielle du Cameroun serait comprise entre 70 et 90 000 t/an; celle du Gabon d'environ 30 000, un projet de chemin de fer permettant de penser qu'elle atteindrait 40 à 50 000 t/an; enfin la consommation potentielle du Congo serait de 60 000 t/an, pouvant dépasser 100 000 si le barrage de KOVILOU et son complexe se réalisent.

a On voit que, dans certains cas, le débouché potentiel justifierait l'implantation d'une cimenterie moderne. Et même, entre différents pays, isolément trop faibles consommateurs, une entente donnerait un ensemble dont la consommation potentielle serait suffisante : c'est le cas de l'ensemble Togo - Dahomey - Niger dont la consommation potentielle est supérieure à 100 000 t/an.

b En tout cas, l'implantation d'une cimenterie de 100 000 t/an suppose un marché susceptible d'absorber la production de l'usine dans un rayon de 500 à 1 000 km suivant que l'on dispose de routes, chemins de fer ou voies d'eau.

3.-

(a) Un tel marché suppose une région ayant atteint déjà un certain niveau d'industrialisation et il importe peu alors que l'unité implantée n'occupe, en raison de sa productivité élevée, qu'une main-d'oeuvre très réduite : c'est en aval, au stade de l'utilisation du ciment, que les emplois se multiplient.

(i) Encore faut-il que les conditions géologiques nécessaires soient remplies : en Côte d'Ivoire, comme il a été signalé, il ne semble pas qu'il y ait actuellement de carrière de calcaire susceptible de satisfaire une consommation potentielle voisine de 200 000 t/an.

a Mais si les conditions techniques sont remplies, le problème de la cimenterie se pose très sensiblement de la même manière que dans les pays industrialisés et le facteur prépondérant qu'il convient d'envisager est la possibilité d'engager les investissements très élevés d'une cimenterie moderne, de l'ordre de quatre à cinq ans de chiffre d'affaires, en France. Pour que le projet soit sain, il faut que le prix de vente du ciment fabriqué, charges fiscales et marge bénéficiaire comprises, ne soit pas supérieur au prix de revient actuel du ciment importé et cela, sans protection douanière; il importe, au surplus, que la production locale soit efficacement protégée contre le dumping ou la pratique trop fréquente de prix anormalement bas, le marché de l'exportation du ciment se resserrant de plus en plus.

4.-

(a) C'est en somme pour les consommations potentielles nettement inférieures, comprises entre 30 et 80 000 t/an, d'ailleurs les plus fréquentes, que se pose le problème le plus difficile de la cimenterie dans les pays en voie de développement. L'intitulé de cette communication " au regard des besoins de la construction " signifie simplement que la cimenterie locale doit satisfaire aux besoins courants, c'est-à-dire produire des ciments pour l'usage général, béton et béton armé, ordinaires, travaux de maçonnerie. Il ne saurait être question de réaliser des performances : supercinent pour béton précontraint par exemple. Les ciments spéciaux, dont le besoin peut être réel mais très limité, resteront du domaine de l'importation. Disons de suite, et pour n'y plus revenir, qu'il en est de même pour les plus faibles consommations potentielles inférieures à 25 000 t/an de ciment ordinaire et nous nous en tiendrons maintenant aux consommations potentielles moyennes précisées ci-dessus.

5.-

(a) Les facteurs qui conditionnent l'implantation d'une petite cimenterie sont si nombreux et divers que chaque cas particulier pose un problème complexe. Ces facteurs sont essentiellement géologiques, géographiques, financiers, économiques et techniques.

(i) La première condition pour la mise en route d'une cimenterie est évidemment la présence d'un gisement de calcaire convenable en qualité et en quantité, en supposant que l'on trouve à proximité l'argile, ou son équivalent, nécessaire pour corriger la composition. Si l'on trouve en France des calcaires convenables un peu partout, à l'exception toutefois de la Bretagne et du Massif Central, il n'en est pas de même en tous pays.

(ii) C'est ainsi qu'au Soudan les calcaires reconnus sont souvent trop magnésiens et géographiquement mal situés. Calcaires magnésiens également en Haute-Volta. Au Dahomey, le gisement de calcaire d'Arlan permettrait à une cimenterie de 50 000 t/an de fonctionner pendant une dizaine d'années et ne permettrait probablement pas d'amortir l'installation. Au Cameroun, la consommation se situe dans le Sud où l'on n'a pas reconnu, jusqu'à présent, de gisement de calcaire exploitable.

a Ces exemples illustrent l'importance des facteurs géologiques et géographiques; parfois l'importance des facteurs économiques et financiers lui est comparable.

b D'une manière générale l'évolution économique favorise l'implantation de cimenteries locales, car l'exportation du ciment ordinaire apparaît de plus en plus anachronique. A différentes reprises, on a même d'ailleurs constaté que la création d'une première cimenterie avait, comme première conséquence, momentanée il est vrai, l'augmentation initiale imprévue du tonnage de ciment importé dans le pays considéré. Mais il est nécessaire, là encore, que la production soit protégée contre le dumping et les prix marginaux trop bas possibles pour les pays dont l'industrie cimentière est suréquipée.

(i) Les facteurs financiers prépondérants sont assurément les possibilités d'investissement et d'amortissement. Il a été indiqué que les investissements d'une cimenterie moderne étaient très coûteux, de l'ordre de 200 à 250 NF la tonne/an, pour un produit vendu, hors taxe, de 50 à 60 NF la tonne. Ces investissements permettent de réduire les frais de main-d'oeuvre, ce qui est actuellement un impératif primordial dans les pays industrialisés où se fait sentir le manque de main-d'oeuvre. Il n'en est bien entendu pas de même dans les pays en voie de développement où l'on dispose d'une abondante main-d'oeuvre, souvent peu qualifiée il est vrai. Mais si le matériel et les produits les plus modernes demandent une haute technicité, il n'en est pas nécessairement de même d'une cimenterie à l'image de celle qu'ont connue nos grands pères et dont on trouve encore quelques spécimens -en voie de disparition d'ailleurs- dans des pays cependant très industrialisés.

6.-

(a) Et c'est bien, à notre avis, en tirant le meilleur parti des techniques plus rudimentaires de la cimenterie ancienne que l'on peut apporter, aux pays en voie de développement, l'aide la plus efficace, la formation technique d'une main-d'oeuvre plus nombreuse devant être au premier rang des préoccupations. Cette éducation est moins difficile si l'on ne vise pas immédiatement à une très haute technicité et il en est de même d'ailleurs en ce qui concerne les

produits élaborés; on peut à cet égard facilement distinguer, pour les besoins de la construction, trois tendances nettement différentes dans le choix des produits à utiliser :

(b) - une première tendance répondant aux techniques encore artisanales, et toujours assez répandues, comme celles de la maçonnerie;

(c) - une seconde tendance répondant aux techniques courantes du béton et du béton armé, techniques qui ne réclament pas de résistances exceptionnelles, mais des ciments d'une souplesse d'emploi et d'une adaptation suffisante pour assurer le bon comportement des ouvrages;

(d) - enfin une troisième tendance nécessitée par les techniques très évoluées, exigeant des résistances mécaniques toujours plus élevées, un durcissement toujours plus rapide; ces techniques sont par exemple, la précontrainte et la préfabrication en atelier.

(i) Ce sont évidemment les deux premières tendances dont les techniques emploient la main-d'oeuvre la plus abondante et la moins qualifiée -que doit satisfaire la cimenterie dans les pays en voie de développement et que satisfaisait pleinement l'ancienne cimenterie.

a Rien n'empêche d'ailleurs les unités envisagées de profiter de certains des progrès réalisés par la cimenterie moderne et le problème est en somme d'étudier des unités de 30 000, et de 50 000 tonnes/an, simples, robustes et bon marché pour faciliter la réunion des capitaux nécessaires et l'allègement du prix de revient.

b Le problème est soluble si, à proximité d'un gisement calcaire convenable, on trouve une source d'énergie électrique à bon marché; le combustible nécessaire à la cuisson est un problème relativement moins important -en ce sens que l'on peut transporter le combustible sur de plus grandes distances que le ciment fabriqué- car on peut obtenir, dans la cuisson au four droit, des bilans thermiques excellents, tant avec le charbon, qu'avec le mazout ou le gaz.

7.-

(a) Le ciment Portland ordinaire, facilement obtenu dans ces conditions, répond, pour une part très importante, aux besoins de la construction courante, mais il est encore fréquemment possible d'augmenter le tonnage disponible en utilisant, par exemple, les ressources locales en matières pouzzolaniques.

(b) Depuis quelques années, les normes françaises, et les projets de l'ISO, assimilent au Portland les ciments à la pouzzolane (ou aux cendre volantes pouzzolaniques de centrales thermiques) c'est-à-dire les Portland additionnés de moins de 20 % de pouzzolanes. En Italie, les ciments pouzzolaniques, renfermant de 30 à 40 % de pouzzolane, sont d'un usage courant, au point qu'environ 80 % des constructions édifiées à Rome, il y a quelques années, l'auraient été avec de tels produits.

(i) Dans le cas des travaux de maçonnerie, et sans entrer dans

les détails, on peut dire qu'un bon ciment à maçonner doit être un produit de grande finesse pour donner une grande plasticité à la pâte fraîche et assurer une bonne rétention de l'eau de gâchage; sa résistance à la compression doit être assez faible pour assurer une bonne adaptation du mortier aux contraintes de retrait,

(ii) Le Portland pur donne des mortiers frais insuffisamment plastiques et des mortiers durcis trop rigides, trop fragiles du fait d'un rapport résistance traction/résistance compression trop faible. Mais on sait qu'on obtient de bons ciments à maçonner en broyant, à finesse suffisante, des mélanges de clinker Portland et de calcaire cru (formule américaine); on peut également utiliser à cet effet les mélanges de clinker Portland et de pouzzolane. Le principal défaut de ces mélanges est leur mauvaise résistance au gel; il est certain que ce défaut ne présente aucun inconvénient dans les pays tropicaux. Un autre défaut est la lenteur de durcissement dans les essais normalisés effectués à 20°C; mais là encore les ciments additionnés de pouzzolanes sont favorisés, par rapport au Portland, par les conditions climatiques tropicales.

a L'expérience industrielle de Douala, au Cameroun, a montré, il y a quelques années, qu'une station de broyage, utilisant un mélange de 70 % de clinker importé, puis de clinker de four droit local, et de 30 % de pouzzolanes situées à 80 km environ de l'usine, pouvait mettre sur le marché un produit donnant satisfaction, dans les conditions climatiques régionales, même si les essais de réception, normalisés à 20°C, étaient quelquefois jugés légèrement insuffisants.

(i) Il est indiqué (1) qu'au début de 1961 a été instituée la Compagnie Malgache des Ciments de Morananga qui doit exploiter des brevets malgaches (les premiers délivrés à Madagascar) concernant l'utilisation des matières premières du pays et notamment de pouzzolanes de qualité exceptionnelle.

9.-

(a) De telles matières n'exigent qu'un broyage -et c'est là l'intérêt d'une source voisine d'énergie électrique à bon marché- et réduisent d'autant les frais d'investissement. Il est alors permis d'espérer pouvoir réunir les sommes nécessaires à l'implantation d'une cimenterie modeste.

(b) Encore faut-il pouvoir compter sur différents concours : administrations locales et tiers installés sur place, banques et sociétés commerciales, aide des pays industrialisés pour les études d'un bureau d'engineering.

(c) Enfin, l'administration française a établi une législation favorable pour inciter des capitaux métropolitains à s'investir Outre-Mer, dans la zone franc : primes d'équipement, prêts à long

---

(1) Une industrie qui tend à se développer en Afrique et à Madagascar : Le ciment. Industries et Travaux d'Outre-Mer. N° 100, 247,(Mars 1962).

terme à bas taux d'intérêt, facilités financières à moyen terme et garantie accordées aux emprunts destinés à financer les investissements dans les Etats liés à la France par un accord d'association.

10.- CONCLUSION

(a) L'implantation d'une cimenterie dans un pays en voie de développement ne peut être envisagée qu'en tenant compte de nombreux facteurs géologiques, géographiques, financiers, économiques et techniques. Une fois résolus les problèmes de matières premières et d'énergie, c'est la consommation potentielle qui conditionne la technique.

(b) Ce n'est que si l'on est assuré d'une consommation potentielle régionale supérieure à 80 - 100 000 tonnes/an que l'on peut envisager l'implantation d'une unité moderne. Pour une consommation potentielle comprise entre 30 et 80 000 t/an, il est plus avantageux et efficace d'envisager une cimenterie modeste mettant en oeuvre les techniques plus rudimentaires, mais améliorées de la cimenterie ancienne. Enfin des consommations potentielles inférieures ne peuvent être satisfaites que par l'importation ou, éventuellement, par une station de broyage de clinker importé.

258 F - Oct.1962 - 1,000